



Ny teknologi til effektiv rensning af hospitalsspildevand

Langerhuus, Alice Thoft; Lindholst, Sabine ; Andersen, Henrik Rasmus; Chhetri, Ravi Kumar; Hansen, Kamilla Marie Speht; Sundmark, Kim ; Sund, Christina ; Escola, Monica; Bester, Kai; Møller, Thomas

Total number of authors:

12

Published in:

Spildevandsteknisk Tidsskrift

Publication date:

2015

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):

Langerhuus, A. T., Lindholst, S., Andersen, H. R., Chhetri, R. K., Hansen, K. M. S., Sundmark, K., Sund, C., Escola, M., Bester, K., Møller, T., Litty, K., & Kragelund, C. (2015). Ny teknologi til effektiv rensning af hospitalsspildevand. *Spildevandsteknisk Tidsskrift*, 43(2), 76-77.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Ny teknologi til effektiv rensning af hospitalsspildevand

Hospitalerne står over for krav om at begrænse udledningen af lægemidler. Nyt projekt udnytter MBBR-teknologi med efterfølgende kemisk oxidation til at rense hospitalsspildevandet for miljøfremmede stoffer billigere end alternative teknologier.

Tekst: Alice Thoft Langerhuus¹, Sabine Lindholst¹, Henrik R. Andersen², Ravi K. Chhetri², Kamilla M.S. Hansen², Kim Sundmark³, Christina Sund³, Monica Escala⁴, Kai Bester⁴, Thomas Møller⁵, Klaus Litty¹, Caroline Kragelund¹

1) Teknologisk Institut, 2) Danmarks Tekniske Universitet, 3) Veolia Water Solutions & Technologies, 4) Aarhus Universitet, 5) Det Nye Universitetshospital (Aarhus, Denmark).

Danske sygehuse står i øjeblikket over for en stor udfordring. De bliver, fra kommunernes side, mødt med krav om at reducere deres udledning af lægemidler i spildevand. Samtidig arbejdes der på en liste indeholdende grænseværdier for udledning af problematiske lægemidler (Nielsen et al. 2013a,b). Dog er den optimale teknologi til rensning af hospitalsspildevand endnu ikke identificeret, udviklet og afprøvet. Man har derfor igangsat et nyt projekt, der skal tage udfordringen op: "Miljøeffektiv rensning af højpotente lægemiddeldelstoffer i hospitalsspildevand", populært kaldet MERMISS, i et samarbejde mellem Det Nye Universitetshospital ved Skejby, Teknologisk Institut, Krüger, Air Liquide, Danmarks Tekniske Universitet (DTU) og Aarhus Universitet (AU). I dette projekt skal der udvikles et koncept til rensning af lægemidler i spildevand, hvor der tages hensyn til både miljø og økonomi.

Teknologien

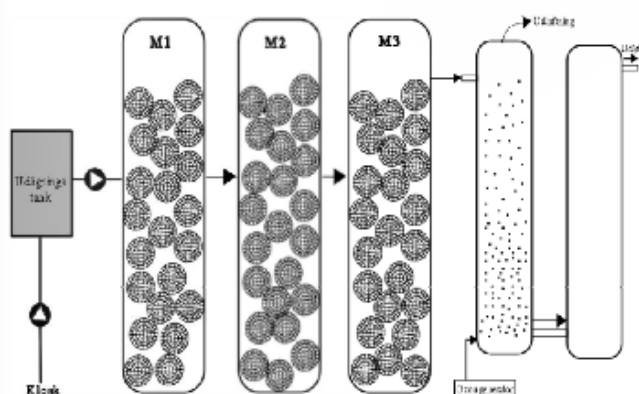
Den teknologi, der benyttes til rensning af lægemidler i projektet, er baseret på MBBR-teknologi (moving bed biofilm reactor). Adskillige bærelægemer findes i 3 reaktorer, der er placeret i serie (Figur 1). Bærelægernerne tilbageholdes i reaktorerne og tillader dermed langsomt voksende bakterier at danne biofilm på overfladen. Ved at favorisere de langsomt voksende bakterier, favoriserer man netop den type mikroorganismer, der er i stand til at nedbryde vanskeligt bionomsættelige lægemidler. I konventionelle aktiv slam rensningsanlæg favoriseres hurtigt voksende bakterier pga. den hurtige udskiftning af overskudsbiomasse. Både let-omsættelige stoffer og svært nedbrydelige stoffer omsættes i MBBR-reaktorerne, da den modulære opbygning bevirker forskellige forhold i de forskel-

lige reaktorer og dermed en differentieret bakteriepopulation. Nogle få lægemidler er dog meget svære at nedbryde også for biofilmbakterierne, og man er derfor nødt til at fjerne disse stoffer kemisk. Dette gøres efterfølgende ved hjælp af ozon-behandling. Fjernelsesgraden for de lægemidler, der ikke kan nedbrydes af biofilmbakterierne, er afhængig af, hvor meget ozon der tilsættes. Fjernelsesgraden hænger derfor direkte sammen med økonomi, da ozon-behandling er en meget bekostelig rensningsmetode. Derfor er samspillet mellem først en biologisk MBBR rensning og dernæst ozon-behandling optimal, da MBBR i forvejen renser godt for lægemidler og den mængde ozon, der skal tilsættes efterfølgende, derfor er relativt lille.

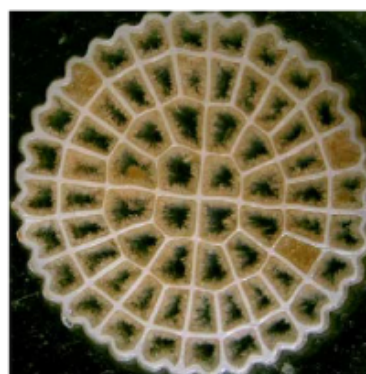
Lovende resultater

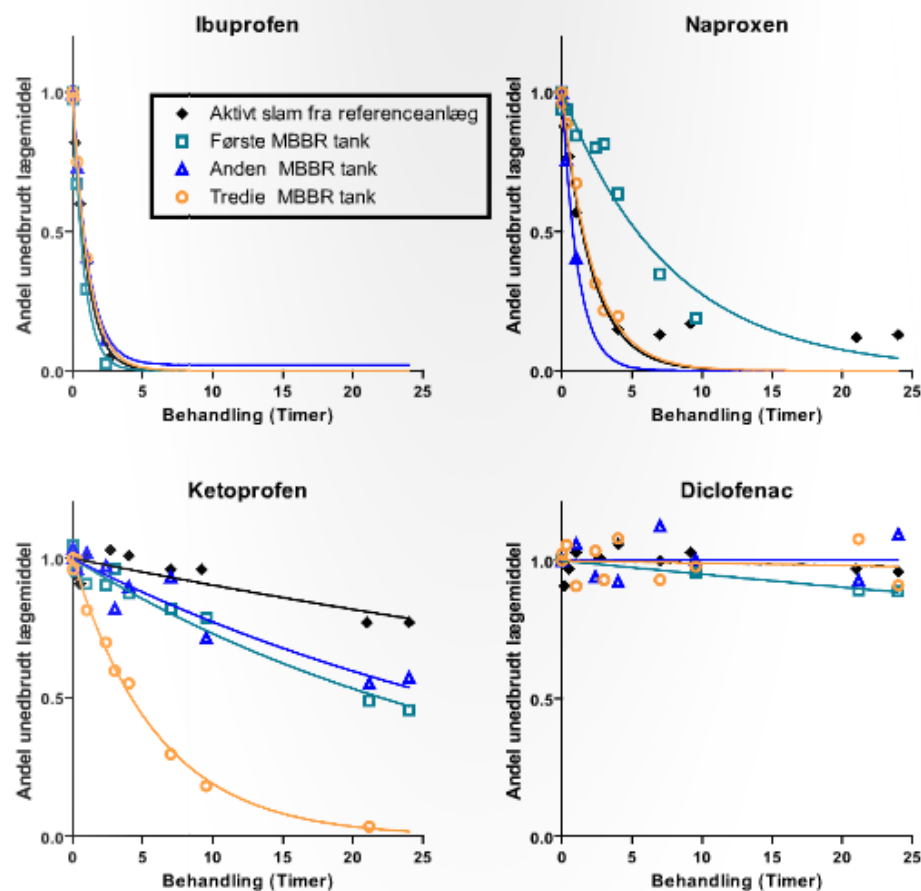
Forsøgsopstillingen med MBBR-teknologien har indtil nu været opstillet på Aarhus Universitetshospital – Nørrebrogade, hvor den har rensset en meget forurenet delstrøm fra kræftafdelingen. Resultaterne indtil videre viser med tydelighed, at teknologien virker. En række forsøg på MBBR-opstillingen blev udført, hvor model-lægemidler blev tilsat inden spildevandet renses (Figur 2).

Målinger før og efter rensning i hver af de tre reaktorer påviser, hvor effektivt systemet er til at fjerne forskellige typer af model-lægemidler: de let-omsættelige (ibuprofen og naproxen), de middelsvært-omsættelige (ketoprofen) og de svært-omsættelige (dichlofenac). Koncentrationen af let-omsættelige lægemidler som ibuprofen og naproxen reduceres hurtigt i alle 3 reaktorer. Ibuprofen omsættes med samme hastighed i de tre reaktorer, og i refe-



Figur 1. MBBR-opstilling i laboratorieskala og biofilm bærelægemer fra AnoxKaldnes (Type K5).





Figur 2. Omsætningen af 4 model-lægemidler i de tre MBBR reaktorer sammenlignet med aktivt slam.

referenceanlægget med aktivt slam, hvorimod Naproxen omsættes hurtigst i reaktor nr. 2, men langsomt i reaktor nr. 1, hvor koncentrationen af let-omsætteligt organisk materiale er størst.

For naproxen er der desuden en bedre fjernelse i MBBR-anlægget end i aktivt slam, hvor ca. 15% af lægemidlet ikke nedbrydes. Ketoprofen, der er middelsvært omsættelig, nedbrydes hurtigere og bedre end i aktivt slam. Ketoprofen nedbrydes totalt inden for 24 timer i reaktor nr. 3, hvor koncentrationen af let-omsættelige stoffer er meget lav – da de let-omsættelige stoffer allerede er omsat i reaktor 1 og 2. I reaktor 1 og 2 omsættes ca. 50% af koncentrationen af ketoprofen i løbet af de første 24 timer. Der kan dog ikke i nogen af de 3 reaktorer, eller i aktivt slam, ses en væsentlig koncentrationsreduktion af det meget svært-omsættelige stof diclofenac over perioden på 24 timer (Figur 2). Generelt viser resultaterne, at de forskellige lægemidler omsættes i alle 3 reaktorer, og at fjernelsesgraden af totalt organisk materiale er høj. Fjernelsesgraden af organisk materiale er desuden bedre i MBBR-teknologien end aktivt slam. Dermed renses vandet i en sådan grad, at kun en meget begrænset efterpolering med ozon er nødvendig for, at vandet kan opnå badevandskvalitet. Laboratorieforsøg har vist, hvordan de samme 4 lægemidler

fjernes med ozon under den kemiske efterbehandling (Figur 3). Ved en øget ozon-dosis fjernes en større andel af lægemidlerne, og selv ved en lav ozon-dosis fjernes lægemidlerne (Figur 3). Diclofenac, som er det biologisk sværest omsættelige lægemiddel, kræver faktisk den mindste dosis ozon for en 90% nedbrydning af lægemidlet (Figur 4). Derimod kræver ibuprofen, som biologisk er det lettest nedbrydelige, forholdsvis meget ozon for en 90% nedbrydelse. Samlet set er MBBR-teknologien med efterfølgende ozonbehandling dog en god løsning, da der samlet kræves en lavere ozon dosis for komplet fjernelse af lægemidler end aktivt slam, da de stoffer, der kræver den største dosis ozon (som fx ibuprofen), allerede er fjernet i den biologiske rensning.

Pilot-skala opstilling

Indtil videre er MBBR-teknologien til rensning af hospitalsspildevand kun afprøvet i laboratorieskala. Men allerede nu er der konstrueret en større pilot-skala opstilling, som er opstillet ved hovedspildevandsstrømmen på Det Nye Universitetshospital ved Skejby. Denne pilot-skala opstilling skal vise, at teknologien egner sig til rensning af større mængder spildevand, og at et fuldskala anlæg er inden for rækkevidde.

Se mere på www.teknologisk.dk/35391